

10/537683
JC09 Rec'd PCT/PTO 03 JUN 2005

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant: HJB ROLLING MILL TECHNOLOGY GMBH

Serial Number: to be assigned

Filed: June 3, 2005

For: METHOD FOR THE PRODUCTION OF A STRIP COMPRISING A STAGGERED PROFILE THAT RUNS IN THE LONGITUDINAL DIRECTION THEREOF

Attorney Docket Number: 14183

PRIORITY CLAIM

Hon. Commissioner of
Patents and Trademarks
Alexandria, VA 22313

June 3, 2005

Sir:

Applicant claims priority of Application number PCT/EP2003/013786 filed on 5 December 2003 filed with the European Patent and Trademark Office and Application number 10258824.4 filed on 6 December 2002 filed with the German Patent and Trademark Office.

Respectfully submitted,



Catherine L. Gemrich
Attorney Registration No. 50473
Attorney for Applicant

DRUM & ROTH LLC
53 WEST JACKSON BOULEVARD
CHICAGO, ILLINOIS 60604-3606
TELEPHONE: (312) 922-6262

EV 418813726 US

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 03/13786



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 58 824.4

Anmeldetag: 06. Dezember 2002 ✓

Anmelder/Inhaber: HJB Rolling Mill Technology GmbH, Mühlacker/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Herstellen eines Bandes mit einem in dessen Längsrichtung verlaufenden Stufenprofil

IPC: B 21 B 1/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. November 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Letang

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



porta patentanwälte

Dipl.Phys. Ulrich Twelmeier

Dr. techn. Waldemar Leitner

Dr. phil. nat. Rudolf Bauer - 1990

Dipl.Ing. Helmut Hubbuch - 1991

European Patent Attorneys

HJ01E008DEP/ts02s23/TW/ts/05.12.2002

HJB Rolling Mill Technology GmbH, Industriestraße 95, 75417 Mühlacker

**Verfahren zum Herstellen eines Bandes mit einem in dessen Längsrichtung
verlaufenden Stufenprofil**

Beschreibung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen eines Bandes, welches eine durch seine zwei Längsränder bestimmte Breite hat, aus mindestens einem ersten metallischen oder überwiegend metallischen Werkstoff zusammengesetzt ist und der Bereich des Bandes, über den sich der erste Werkstoff erstreckt, eine Grenzfläche aufweist, welche im Querschnitt des Bandes stufenförmig zwischen den beiden Längsrändern des Bandes verläuft. Solche Bänder sind zum Beispiel als Bimetallbänder bekannt, bei welchen sich in einem Trägerband aus einem ersten Metall eine längsverlaufende Nut befindet, welche durch einen Streifen aus

10

einem zweiten Metall ausgefüllt ist. In einem solchen Fall spricht man von einer Streifen-Plattierung oder einer Inlay-Plattierung. Bekannt sind auch Bimetallbänder, bei welchen ein Trägerband aus einem ersten Metall entlang einem seiner Längsränder abgestuft ausgebildet ist und die Stufe mit einem Streifen aus einem

- 5 zweiten Metall aufgefüllt worden ist. In diesem Fall spricht man von einer Stirnkanten-Plattierung. Es sind auch Bänder bekannt, welche sowohl eine Inlay-Plattierung als auch eine Stirnkanten-Plattierung aufweisen. Es ist bekannt, solche plattierte Bänder dadurch herzustellen, dass man von einem Trägerband ausgeht, welches einen flachen, rechteckigen Querschnitt aufweist, dass man in dieses Trägerband durch spanende Bearbeitung (Fräsen, Schälen oder Schaben, wobei das Fräsen bevorzugt ist) die benötigte Anzahl von Nuten und/oder Stufen bildet und das durch die spanende Bearbeitung entfernte Material ersetzt durch eine entsprechende Anzahl von Streifen aus einem oder mehreren anderen Metallen oder Legierungen. Die Verbindung des Trägerbandes mit den eingelegten 15 Streifen erfolgt dabei durch Kaltwalzplattieren oder durch Warmwalzplattieren erfolgt, wobei die Länge des Bandes entsprechend der gewählten Stichabnahme beim Walzen zunimmt.

Maßabweichungen im Bereich einer Inlay-Plattierung und einer Stirnkanten-Plattierung werden dabei im wesentlichen durch die Maßabweichungen bestimmt, die sich aus der spanenden Bearbeitung ergeben. Maßabweichungen, die sich aus der spanenden Bearbeitung ergeben, findet man in gleicher Größenordnung im walzplattierten Band wieder. Entsprechendes gilt, wenn Bänder hergestellt werden, die eine oder mehrere längsverlaufende Nuten oder Abstufungen haben, die nicht durch Walzplattieren mit einem anderen Metall wieder aufgefüllt werden.

- 25 Ein besonderes Problem stellen die Maßabweichungen bei einem bandförmigen Halbzeug für elektrische Messwiderstände dar. Es ist bekannt, ein solches bandförmiges Halbzeug dadurch herzustellen, dass man auf zwei parallel zueinander mit Abstand nebeneinander angeordnete Bänder aus Kupfer ein Band aus einem Widerstandsmaterial, zum Beispiel aus der Legierung Manganin, legt, so dass es

den Zwischenraum zwischen den beiden Kupferbändern überbrückt. Die so angeordneten Bänder werden dann durch Rollnahtschweißen oder durch Elektronenstrahlschweißen miteinander verbunden. Abgesehen davon, dass ein solches Herstellverfahren verhältnismäßig aufwendig ist, kommt es durch Schwankungen

- 5 im Abstand der Kupferbänder und durch Schwankungen im Ausmaß und in der Güte der Schweißverbindungen zu unerwünschten Streuungen des Widerstandes von Messwiderständen, die durch Stanzen aus dem bandförmigen Halbzeug gebildet werden. Weiterhin ist bei dieser Vorgehensweise unerwünscht, dass die Messwiderstände auf der Seite, auf welcher das Manganinband auf die Kupferbänder aufgeschweißt ist, vom Manganin zum Kupfer eine Stufe aufweisen. Eine solche Stufe könnte man dadurch vermeiden, dass man in den beiden Kupferbändern entlang einem ihrer Ränder durch Fräsen eine Stufe bildet, deren Höhe mit der Dicke des Manganinbandes übereinstimmt und welche durch Einlegen des Manganinbands anschließend wieder aufgefüllt wird. Das auf die beiden Stufen 15 der Kupferbänder aufgelegte Manganinband kann mit diesen dann durch Rollnahtschweißen oder durch Elektronenstrahlschweißen verbunden werden. Die unerwünschte Stufe zwischen der Manganinoberfläche und der Kupferoberfläche wäre damit beseitigt, allerdings um den hohen Preis von zwei Fräsvorgängen und ohne Verringerung der Streuung der Widerstandswerte.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Weg aufzuzeigen, wie Bänder bzw. bandförmige Halbzeuge der vorstehend genannten Art genauer, aber möglichst nicht teurer als bisher hergestellt werden können.

- Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den im Anspruch 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der 25 Unteransprüche.

Erfindungsgemäß werden Bänder, die aus mindestens einem ersten metallischen oder überwiegend metallischen Werkstoff zusammengesetzt sind und bei denen der Bereich des Bandes, über den sich der erste Werkstoff erstreckt, eine

Grenzfläche aufweist, welche im Querschnitt des Bandes stufenförmig zwischen den beiden Längsrändern der Bänder verläuft, dadurch hergestellt, dass

- (a) unterschiedlich breite Bänder, welche den ersten Werkstoff enthalten und welche selbst keine stufenförmige Grenze zwischen ihren beiden Längsrändern haben, zu einer ersten Bänderanordnung mit einer stufenförmigen Grenzfläche zusammengeführt werden,
- (b) dass die erste Bänderanordnung durch eines oder mehrere weitere Bänder zu einer im Querschnitt rechteckigen zweiten Bänderanordnung ergänzt wird und
- (c) durch Walzen der zweiten Bänderanordnung wenigstens die Bänder der ersten Bänderanordnung miteinander verbunden werden.

Im Rahmen der Erfindung werden als metallische Werkstoffe reine Metalle, Legierungen und metallische Gemenge verstanden; unter überwiegend metallischen Werkstoffen werden Werkstoffe verstanden, die zu mehr als 50 Gewichtsprozent aus einem oder mehreren Metallen bestehen und im übrigen aus einem oder mehreren Nichtmetallen und/oder chemischen Verbindungen bestehen, insbesondere aus Metalloxiden wie zum Beispiel Zinnoxid oder Kupferoxid, aus Metallnitriden, Metallcarbiden oder Metalloiden wie zum Beispiel Kohlenstoff oder Graphit.

Unter Bändern mit rechteckigem Querschnitt werden Bänder verstanden, bei denen die Oberseite und die Unterseite parallel zueinander verlaufen, so dass die Oberseite und die Unterseite im Querschnitt durch zueinander parallele, gleich lange Geraden dargestellt werden, wobei die Flanken, welche Oberseite und Unterseite eines Bandes verbinden, vorwiegend Schnittkanten oder durch Strangpressen gebildete Kanten sind, welche durch nachfolgende Walzvorgänge in ihrer Höhe reduziert sein können und in Abhängigkeit von den vorausgegangenen Fertigungsschritten fertigungstypische Unregelmäßigkeiten aufweisen können, so

dass das Band fertigungstypische Abweichungen von der idealen rechteckigen Querschnittsgestalt hat.

Bei der genannten "stufenförmigen" Grenzfläche kann es sich um eine Grenzfläche handeln, welche wie bei einer Stirnkantenplattierung eine oder mehrere treppenförmige Stufen aufweist, wobei die Stufen nicht notwendigerweise rechtwinklig ausgebildet sein müssen, sondern auch stumpfwinklig oder spitzwinklig und sogar hinterschnitten ausgebildet sein können. Zur Bildung einer spitzwinkligen oder stumpfwinkligen Stufe verwendet man dementsprechend Bänder mit einer spitzwinklig oder stumpfwinklig verlaufenden Flanke, welche zum Beispiel durch Strangpressen hergestellt werden können, wenn das Mundstück der Strangpresse einen dementsprechenden Mündungsquerschnitt mit einer oder zwei geneigten Flanken hat. Eine oder mehrere stufenförmige Grenzflächen gibt es somit nicht nur in Bändern mit einem Stufenprofil, sondern auch in genuteten Bändern sowie in Hohlprofilbändern.

15 Die Erfindung hat wesentliche Vorteile:

- ◆ Bänder, bei denen ein erster Werkstoff eine Grenzfläche aufweist, welche im Querschnitt des Bandes stufenförmig zwischen den beiden Längsrändern des Bandes verläuft, benötigen zu ihrer Herstellung weder einer Bearbeitung durch Fräsen oder einer anderen spanenden Bearbeitung noch müssen sie einem Rollnahtschweißen oder Elektronenstrahlschweißen oder einem anderen Schweiß- oder Lötvfahren unterzogen werden. Erfindungsgemäße Bänder können vielmehr allein durch einen Walzvorgang, vorzugsweise ergänzt durch eine Wärmebehandlung, hergestellt werden.
- ◆ Dadurch, dass keine spanende Bearbeitung erforderlich ist und auch Schweiß- und Lötvorgänge entbehrlich sind, gestaltet sich das erfindungsgemäße Verfahren außerordentlich kostengünstig.
- ◆ Dadurch, dass erfindungsgemäße Bänder ausschließlich durch Walzen, gegebenenfalls ergänzt um eine Wärmebehandlung, hergestellt werden können, sind Maßabweichungen erreichbar, die ungefähr um einen Faktor 10

kleiner sind als die bisher im Stand der Technik erreichbaren Maßabweichungen.

- ◆ Es lassen sich Bänder mit hoher Oberflächengüte herstellen. Es wurden bereits Rautiefe erreicht, die kleiner sind als $R_a = 0,02$, wohingegen durch Fräsen allenfalls Rautiefe von $R_a = 0,2$ erreicht werden.
- ◆ Wegen der höheren Qualität wird praktisch kein Ausschuß hergestellt.
- ◆ Die geringeren Maßabweichungen werden aber nicht durch einen höheren Fertigungsaufwand erkauft, sondern gehen sogar mit einem geringeren Fertigungsaufwand einher.
- ◆ Gefügeunterbrechungen, die durch Fräsen und andere spanende Bearbeitung auftreten, werden erfindungsgemäß vermieden.
- ◆ Anders als beim Verbindung von Bändern durch Rollnahtschweißen oder Elektronenstrahlschweißen erfolgt die Verbindung beim Walzplattieren vollständig.

- 15 ◆ Der Energieverbrauch ist kleiner als im Stand der Technik.
- ◆ Durch den Wegfall einer spanenden Bearbeitung fallen keine Späne und Öle an, die aufgearbeitet werden müssen. Damit ist die Erfindung umweltfreundlicher als der Stand der Technik.
- ◆ Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich außerordentlich vielgestaltige Bänder und bandförmige Halbzeuge aus einem oder mehreren verschiedenen Werkstoffen herstellen:

Ein Band zum Beispiel mit einer streifenförmigen Einlageplattierung kann ausgehend von vier einzelnen, im Querschnitt rechteckigen Bändern hergestellt werden, von welchen ein erstes Band aus einem ersten Werkstoff die Breite des herzustellenden Bandes hat, wohingegen ein zweites Band aus dem ersten Werkstoff, ein drittes Band aus dem ersten Werkstoff und ein vierter Band aus einem zweiten Werkstoff zusammengenommen die Breite des herzustellenden Bandes haben. Das zweite Band, das dritte Band und das vierte Band sind gleich dick und werden mit dem ersten Band so zusammengeführt, dass im Walzspalt oder 20 kurz vor dem Walzspalt, welcher zwischen zwei Arbeitswalzen gebildet ist, die

Bestandteil eines Walzgerüstes sind, die drei Bänder nebeneinander auf dem ersten Band liegen und dieses vollständig abdecken und das aus dem zweiten Werkstoff bestehende vierte Band zwischen dem zweiten und dem dritten Band angeordnet ist. Auf diese Weise wird dem Walzspalt eine "zweite Bänderanordnung" zugeführt, in welcher die vier Bänder gemeinsam einen rechteckigen Querschnitt ausfüllen, dessen Breite mit der Breite des herzustellenden Bandes übereinstimmt und dessen Höhe größer ist als die des herzustellenden Bandes. Diese zweite Bänderanordnung verhält sich, wenn die sie bildenden Bänder den rechteckigen Querschnitt der zweiten Bänderanordnung lückenlos ausfüllen, beim Walzen hinsichtlich der Abnahme ihrer Dicke (Stichabnahme) wie ein einheitliches Band. Die Breite der einzelnen Bänder bleibt erhalten, aber ihre Dicke wird entsprechend der gewählten Stichabnahme reduziert. Die Stichabnahme wählt man in Abhängigkeit von den miteinander zu verbindenden Werkstoffen so, dass sich durch das Walzen eine hinreichend feste Verbindung zwischen jenen Bändern ergibt, welche aufeinander plattiert werden sollen. Welche Stichabnahme im Einzelfall vorgesehen wird, kann ein Fachmann auf dem Gebiet des Walzplattierens aus seinem Fachwissen heraus festlegen. In vielen Fällen wird eine Stichabnahme zwischen 50 % und 70 % zum Erfolg führen. Bei einer Stichabnahme von zum Beispiel 66,6 % ist demnach von Bändern auszugehen, die zu einer "zweiten Bänderanordnung" zusammengelegt werden, welche im Querschnitt rechteckig ist, eine mit der Breite des herzustellenden Bandes übereinstimmende Breite und eine Höhe hat, die das dreifache der Höhe des herzustellenden Bandes beträgt. Dabei ist die Höhe des zweiten, dritten und vierten Bandes so zu wählen, dass sie das dreifache der Dicke des Streifens aus dem zweiten Werkstoff beträgt, den dieser Streifen nach dem Plattiervorgang in dem platierten Band haben soll.

Da genau vorhersehbar ist, wie sich die Maße der zweiten Bänderanordnung beim Walzvorgang verändern, können die Breite und die Höhe der einzelnen Bänder, welche zur Bildung der zweiten Bänderanordnung zusammengeführt werden, zur Bildung eines platierten Bandes mit vorgegebenen Abmessungen eindeutig vorbestimmt werden.

- Soweit sich zwei Bänder, welche aufeinander plattiert werden sollen, aufgrund der Werkstoffauswahl nicht oder nicht gut aufeinander plattieren lassen, besteht die Möglichkeit, eine die Bindung verbessende oder überhaupt erst vermittelnde Zwischenschicht vorzusehen. Das gilt insbesondere für Bänder, welche aus dem gleichen Werkstoff gebildet sind, denn Bänder aus gleichen Werkstoffen verbinden sich beim Walzen nicht oder nur schlecht miteinander. In diesen Fällen ist eine Zwischenschicht aus einem anderen Material, welche sich mit dem gewählten Werkstoff gut verbindet, nützlich. So können zum Beispiel zwei Kupferbänder mit Hilfe einer Zwischenschicht aus Silber durch Walzplattieren gut miteinander verbunden werden. Die Zwischenschicht könnte als dünnes Band zwischen zwei aus demselben Werkstoff bestehende Bänder eingeführt werden. Da die Zwischenschicht aber nur sehr dünn sein muß - es genügen einige wenige µm Dicke - ist es jedoch bevorzugt, eines der beiden aus demselben Werkstoff bestehenden Bänder, welche durch Walzplattieren miteinander verbunden werden sollen, da durch für den Plattiervorgang vorzubereiten, dass die aus einem anderen Metall bestehende Zwischenschicht auf diesem Band durch eines der bekannten physikalischen oder chemischen Abscheideverfahren abgeschieden wird, insbesondere durch ein galvanisches Abscheideverfahren. Durch die Stichabnahme beim Walzplattieren wird die Dicke der Zwischenschicht entsprechend reduziert.
- Das durch Walzplattieren hergestellte Band wird vorzugsweise noch einer Wärmebehandlung unterzogen, um die Festigkeit der Plattierverbindungen durch Diffusionsvorgänge zu erhöhen. Infolge einer solchen Wärmebehandlung (Diffusionsglühung) diffundiert das Metall der Zwischenschicht in die angrenzenden Bänder und wird danach im Schliffbild im allgemeinen nicht mehr als Zwischenschicht sichtbar sein. Wird die Zwischenschicht von vorneherein nicht dicker gewählt, als es nötig ist, um ihre Aufgabe zu erfüllen, eine hinreichende Bindung zu erzielen, dann führt die Zwischenschicht auch nicht zu einer möglicherweise unerwünschten Änderung der Werkstoffeigenschaft der beiden Bänder, die mit ihrer Hilfe aufeinander plattiert werden.

Ein Band, zum Beispiel aus Kupfer mit einer streifenförmigen Einlageplattierung, zum Beispiel aus Silber, kann also dadurch hergestellt werden, dass man ein Kupferband, welches die Breite des herzustellenden Bandes hat, mit einem zweiten Kupferband, einem dritten Kupferband und einem vierten Band aus Silber,

- 5 welche zusammengenommen so breit sind, wie das erste Kupferband und welche untereinander gleich dick sind und von denen das zweite und das dritte Kupferband zuvor einseitig galvanisch mit Silber in einer Schichtdicke von 2 µm bis 4 µm beschichtet wurden, zur Bildung der "zweiten Bänderanordnung" zusammenführt und walzt. Die Kupferbänder verbinden sich mittels der abgeschiedenen Silberschicht miteinander. Das Silberband und das erste Kupferband verbinden sich unmittelbar miteinander. In einer solchen "zweiten Bänderanordnung" bilden die drei Kupferbänder die im Patentanspruch 1 angegebene "erste Bänderanordnung", in welcher das Kupfer im Querschnitt der Bänderanordnung zwischen deren äußeren Längsrändern eine stufenförmig verlaufende Grenzfläche hat, nämlich an den beiden einander zugewandten Schmalseiten (Flanken) des zweiten und dritten Kupferbandes.

Bei der Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es nicht erforderlich, dass zunächst die Bänder der ersten Bänderanordnung zusammengeführt werden und erst dann die weiteren Bänder zugeführt werden, die die erste Bänderanordnung zur im Querschnitt rechteckigen zweiten Bänderanordnung ergänzen. Entscheidend ist lediglich, dass in den Walzspalt der Arbeitswalzen, welche den Walzplattenvorgang ausführen, eine im Querschnitt rechteckige zweite Bänderanordnung eingeführt wird. In welcher zeitlichen Reihenfolge die einzelnen Bänder, welche die zweite Bänderanordnung bilden, zusammengeführt werden, bevor sie in den Walzspalt gelangen, ist unerheblich. Bevorzugt ist es, sie gleichzeitig zusammenzuführen, denn das verspricht den geringsten apparativen Aufwand.

25 Ein Band mit einer Stirnkantenplattierung kann aus drei einzelnen Bändern hergestellt werden, nämlich aus einem im Querschnitt rechteckigen Band aus einem ersten Werkstoff, welches die Breite des herzustellenden platierten Bandes hat,

aus einem zweiten Band aus dem ersten Werkstoff und aus einem dritten Band aus einem zweiten Werkstoff, wobei das zweite Band und das dritte Band gleich dick sind und zusammengenommen so breit sind wie das erste Band. Unter der Annahme, dass sich das dritte Band und das erste Band durch Walzplattieren aufeinander plattieren lassen, das erste Band und das zweite Band aber nicht, beschichtet man das zweite Band vorab galvanisch einseitig mit einem Metall, aus welchem das dritte Band besteht oder welches im Werkstoff des dritten Bandes vorherrscht, aber vom Werkstoff des ersten und des zweiten Bandes verschieden ist. Mit einer solchen Zwischenschicht lässt sich dann auch das zweite Band auf das erste Band plattieren. Die drei Bänder werden zu diesem Zweck zu einer rechteckigen "zweiten Bänderanordnung" zusammengeführt und dann gemeinsam einem Walzvorgang unterzogen, nach welchem sie vollflächig miteinander verschweißt sind. Zum Beispiel auf eine Haspel aufgewickelt können sie danach noch einer Diffusionsglühung unterzogen werden, um den Zusammenhalt des platierten Bandes zu erhöhen.

In den beiden genannten Beispiel ist das Ergebnis des erfindungsgemäßen Verfahrens ein walzplattiertes Band mit rechteckigem Querschnitt, zu dessen Herstellung anders als im Stand der Technik keinerlei spanende Bearbeitung erforderlich war, obwohl der erste Werkstoff im dem walzplattierten Band zwischen den beiden äußereren Rändern des Bandes eine in Längsrichtung verlaufende stufenförmige Grenzfläche hat, im ersten Beispiel sogar zwei solche stufenförmigen Grenzflächen.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich aber nicht nur im Querschnitt rechteckige Bänder erzeugen, sondern auch Bänder, welche ein in Längsrichtung verlaufendes Stufenprofil haben und deshalb im Querschnitt nicht rechteckig sind. Ersetzt man zum Beispiel in den beiden vorstehend genannten Beispielen das Band, welches nicht aus dem ersten Werkstoff besteht, durch ein anderes Band, welches sich durch Walzen praktisch nicht auf den ersten Werkstoff plattieren lässt, so dass es nach dem Plattierwalzen auf dem Band aus dem ersten

Werkstoff nicht oder allenfalls vergleichsweise schwach haftet, dann kann man dieses andere Band nach dem Plattierwalzen von dem platierten Band wieder entfernen, insbesondere dadurch, dass man es von dem platierten Band abzieht und auf eine gesonderte Haspel aufwickelt. Da dieses andere Band nach dem

- 5 Walzvorgang wieder entfernt wird, wird es in diesem Patent nachfolgend auch als "verlorenes Inlay" bezeichnet. Da sich Bänder, die aus demselben Werkstoff bestehen, zumeist nicht durch Walzen fest miteinander verbinden lassen, besteht die Möglichkeit, als verlorenes Inlay ein Band aus dem ersten Werkstoff zu verwenden, wobei eine Zwischenschicht zwischen diesem und dem gegenüberliegenden Band aus demselben Werkstoff entfällt. Es ist aber auch möglich, als verlorenes Inlay ein Band aus einem dritten Werkstoff zu nehmen, wenn dieser sich für ein verlorenes Inlay eignet, und es ist sogar bevorzugt, das zu tun, wenn es im Ergebnis preiswerter ist, weil das verlorene Inlay aus dem dritten Werkstoff zum Beispiel herzustellen ist billiger als ein verlorenes Inlay aus dem ersten
- 15 Werkstoff. Sollte ein Werkstoff, der als verlorenes Inlay in Frage kommt, verhältnismäßig teuer sein, dann besteht auch die Möglichkeit, als verlorenes Inlay ein plattiertes Band einzusetzen, welches zur Hauptsache aus einem preiswerten Werkstoff besteht, der sich durch Walzplattieren mit dem ersten Werkstoff verbinden ließe und der deshalb dünn mit einer Schicht zum Beispiel aus dem ersten Werkstoff beschichtet ist, der sich nicht durch Walzplattieren mit dem ersten
- 20 Werkstoff verbindet.

Durch Verwendung eines oder mehrerer verlorener Inlays lassen sich mit dem erfindungsgemäßen Verfahren vielgestaltige Bänder herstellen, welche eine oder mehrere längsverlaufende Nuten und/oder Stufen haben, die sonst aufwendig mit einem spanabhebenden Arbeitsverfahren, insbesondere durch Fräsen hergestellt werden müßten, erfindungsgemäß aber wesentlich preiswerter und genauer allein durch Walzen hergestellt werden können.

Sogar Bänder mit einem in Längsrichtung verlaufenden Hohlprofil dürfen sich nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herstellen lassen, wozu ein den

Hohlraum des Hohlprofils zunächst ausfüllendes verlorenes Inlay nach dem Walzvorgang wieder entfernt wird. Um das verlorene Inlay aus dem gewalzten Band entfernen zu können, wird dieses Band allerdings in nicht zu lange Abschnitte getrennt werden müssen; wobei außer der Möglichkeit des Herausziehens des Inlays aber auch die Möglichkeit besteht, als verlorenes Inlay ein niedrig schmelzendes Band zu verwenden, zum Beispiel ein solches aus Zinn, welches zum Beispiel im Zusammenhang mit einer Diffusionsglühung im schmelzflüssigen Zustand abgezogen werden kann, oder ein verlorenes Inlay aus einem Kunststoff, welcher durch Erhitzen geschmolzen oder pyrolysiert werden kann.

Das Arbeiten mit einem verlorenen Inlay kann nicht nur zum Herstellen von genuteten Bändern, von abgestuften Bändern oder von Hohlprofilbändern eingesetzt werden, die nur aus einem einzigen Werkstoff bestehen, sondern auch zum Herstellen von komplizierter zusammengesetzten Bändern, die aus zwei oder mehr als zwei verschiedenen Werkstoffen bestehen. Ein Beispiel eines solchen aus mehreren Werkstoffen zusammengesetzten Bandes ist das eingangs erwähnte bandförmige Halbzeug für elektrische Messwiderstände, welches aus zwei abgestuften, parallel und mit Abstand nebeneinander verlaufenden Kupferbändern besteht, die durch ein auf den Stufen der beiden Kupferbänder liegendes Manganband verbunden sind, welches dünner ist als die Kupferbänder, so dass es über diese nicht vorsteht. Während zur Herstellung eines solchen komplizierten bandförmigen Halbzeugs im Stand der Technik (auf Frä- und Schweißvorgänge zurückgegriffen wird, kann es erfindungsgemäß allein durch Walzvorgänge hergestellt werden: Dazu nimmt man zwei gleich dicke, im Querschnitt rechteckige, Kupferbänder, welche man parallel nebeneinander in dem Abstand anordnet, welchen die Kupferbänder im fertigen Halbzeug haben sollen. Ferner nimmt man zwei einseitig versilberte Kupferbänder, welche schmäler sind als die beiden ersten Kupferbänder, und ordnet sie auf diesen so an, dass ihre äußeren Ränder paarweise genau übereinander liegen. Die Breite der schmaleren Kupferbänder wird so gewählt, dass ihr Abstand bei dieser Anordnung auf den breiteren Kupferbändern gleich der vorgegebenen Breite des Manganinstreifens im fertigen

Halbzeug ist. Ferner nimmt man ein Manganinband, welches eben diese gewünschte Breite hat und genauso dick ist wie die beiden schmaleren Kupferbänder, um es zwischen diesen beiden schmaleren Kupferbändern anzusetzen. Diese fünf Bänder bilden die "erste Bänderanordnung" gemäß Patentanspruch 1. Um sie zur "zweiten Bänderanordnung" zu ergänzen, wird zwischen die beiden breiteren Kupferbänder noch ein weiteres Band als verlorenes Inlay eingeführt. Als verlorenes Inlay kann ein Manganinband verwendet werden, aber auch ein billiges Stahlband. Nachdem man alle sechs Bänder zu der "zweiten Bänderanordnung" zusammengeführt hat, wird diese mit einer Stichabnahme von 60 % bis 65 % auf die Dicke des herstellenden Halbzeuges herabgewalzt, wobei sich die Kupferbänder und das breitere Manganinband miteinander verbinden, wohingegen sich das schmalere Manganinband nicht mit dem breiteren Manganinband verbindet, aber auch nicht mit den zu beiden Seiten angeordneten Kupferbändern, weil die Walzkraft nicht in Querrichtung wirkt. Nach dem Verlassen des Walzspaltes kann das schmale Manganinband deshalb wieder entfernt werden, zum Beispiel abgezogen und aufgewickelt werden. Zurück bleibt ein allein durch Walzvorgänge zusammengefügtes Kupfer-Manganin-Halbzeug mit hochpräzisen Abmessungen, bei welchem das Manganin nicht über die Oberseite des Kupfers vorsteht, sondern in Form einer speziellen Einlageplattierung in Gestalt einer Brücke vorliegt, die nur deshalb durch Walzplattieren hergestellt werden konnte, weil ein verlorenes Inlay verwendet wurde.

Um die Maßgenauigkeit der erfindungsgemäß hergestellten Bänder und ihre Oberflächengüte zu erhöhen, wird es bevorzugt, die Bänder nach dem Walzplattieren noch zu egalisieren, indem vor oder nach dem Entfernen des oder der verlorenen Inlays durch Einwirken von Egalisierwalzen egalisiert werden. Unter einem Egalisieren wird ein Walzen des Bandes in einem Walzgerüst mit hochkonstantem Walzspalt verstanden, wodurch die Schwankungen der Dicke des Metallbandes unter geringfügiger Stichabnahme vermindert werden. Walzgerüste zum Egalisieren sind aus der DE 25 41 402 C2 bekannt; worauf wegen weiterer Einzelheiten verwiesen wird. Bei einem für Zwecke der Erfindung geeigneten

Egalisier-Walzgerüst wird ein hochkonstanter Walzspalt dadurch erreicht, dass an den über die Walzenzapfenlager hinaus nach außen verlängerten Walzenzapfen von zwei Stützwalzen, von denen die eine die untere Egalisierwalze von unten und die andere die obere Egalisierwalze von oben stützt, senkrecht zu den Walzenachsen vom Walzgut weg gerichtete Vorspannkkräfte ausgeübt werden, welche lotrecht ausgerichtet sein können und vorzugsweise in einer um den Walzwinkel von der Walzenachsebene abweichenden, durch das einlaufende Band gegen die Wirkungslinie wirken. Auf diese Weise wird das Arbeitsspiel der Egalisierwalzen in den Walzenzapfenlagern verringert. Ein Egalisier-Walzgerüst kann zum Zwecke der Erfindung dem Plattier-Walzgerüst nachgeordnet sein, welches die beiden Arbeitswalzen enthält, deren Walzspalt die "zweite Bänderanordnung" zugeführt wird.

Die Arbeitswalzen sind ebenso wie die Egalisierwalzen zweckmäßigerweise zylindrisch.

15 Das Walzen zum Zwecke des Plattierens kann als Kaltwalzplattieren oder als Warmwalzplattieren durchgeführt werden. Vorzugsweise wird es als Kaltwalzplattieren durchgeführt, soweit nicht eine große Härte der zu plattierenden Bänder ein Warmwalzplattieren geeigneter erscheinen lässt.

20 Das erfindungsgemäße Verfahren kann mittels herkömmlicher Walzgerüste durchgeführt werden. Das Walzgerüst ist auf seiner Einlaufseite durch Einrichtung zu ergänzen, welche die einzelnen Bänder zu der "zweiten Bänderanordnung" zusammenführen und in den Walzspalt führen. Auf seiner Auslaufseite ist das Walzgerüst durch eine Einrichtung zum Aufwickeln des plattierten Bandes zu ergänzen, gegebenenfalls mit Einrichtungen zum Trennen und zum Aufwickeln eines oder mehrerer verlorener Inlays vom walzplattierten Band, wobei ein Egalisierwalzgerüst vor oder nach der Einrichtung zum Trennen etwaiger verlorener Inlays vorgesehen sein kann.

Das walzplattierte und von etwaigen verlorenen Inlays befreite Band kann je nach seiner Bestimmung auf eine Haspel gewickelt oder in Stücke wählbarer Länge zerteilt und dann weiterverarbeitet werden, insbesondere zunächst durch Diffusionsglühen.

- 5 Zum Zuführen der einzelnen Bänder verwendet man zweckmäßigerweise mehrere Haspeln, wobei Bänder, die gleich dick sind und nebeneinander in der "zweiten Bänderanordnung" angeordnet werden sollen, auch von einer gemeinsamen Haspel abgewickelt werden können, auf welcher sie nebeneinanderliegend aufgewickelt sind. Führungsflächen und/oder Führungsrollen können zwischen den Haspeln und den Arbeitswalzen des Plattierwalzgerüstes angeordnet sein, um die einzelnen Bänder in der gewünschten Weise zu der "zweiten Bänderanordnung" zusammenzuführen.

- 15 Das walzplattierte Band kann, zum Beispiel von einer Haspel aufgewickelt, als Coil in einen Wärmebehandlungsofen gelegt werden, um darin einer Diffusionsglühung unterzogen zu werden.

- 20 Zum Herstellen von kompliziert aufgebauten Bändern kann man erfindungsgemäß auch zweistufig vorgehen, indem zunächst ein einfacher strukturiertes Band nach dem erfindungsgemäßen Verfahren hergestellt und dieses dann nochmals in einem erfindungsgemäßen Verfahren mit weiteren Bändern zu einem komplizierter aufgebauten Band verbunden wird.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den beigefügten Zeichnungen dargestellt. In den verschiedenen Zeichnungen sind gleiche oder einander entsprechende Teile mit übereinstimmenden Bezugszahlen bezeichnet.

Figur 1 zeigt eine Kaltwalzplattieranlage schematisch in einer Seitenansicht,

Figur 2 zeigt diese Anlage in einer teilweise geschnittenen Draufsicht, wobei der Schnitt entlang der in Figur 1 eingezeichneten Schnittlinie gelegt ist,

Figur 3 zeigt ein erfindungsgemäß hergestelltes zweilagiges Band mit einer Einlageplattierung und mit einer Stirnkantenplattierung,

5 Figur 4 zeigt im Querschnitt ein Stufenprofilband mit einer längsverlaufenden Nut und mit einer längsverlaufenden Stufe,

Figur 5 zeigt im Querschnitt ein zweilagiges Band, welches als Halbzeug für die in

10 Figur 6 und Figur 7 in einer Schrägansicht dargestellten Messwiderstände geeignet ist,

Figur 8 zeigt im Querschnitt ein dreilagiges Band zur Herstellung des in

Figur 9 dargestellten Hohlprofilbandes,

15 Figur 10 zeigt im Querschnitt ein dreilagiges Band, welches gegenüber dem in Figur 8 dargestellten Band dahingehend abgewandelt ist, dass es zusätzlich an einer der Stirnkanten ein verlorenes Inlay enthält, welches zur Bildung des in

Figur 11 dargestellten Bandes entfernt werden kann,

Figur 12 zeigt im Querschnitt ein dreilagiges Band mit drei verlorenen Inlays, zur Herstellung des in Figur 13 dargestellten Stufenprofilbandes, und

20 Figur 14 zeigt im Querschnitt ein dreilagiges Band mit vier verlorenen Inlays zur Herstellung des in Figur 15 im Querschnitt dargestellten Stufenprofilbandes.

Die Figuren 1 und 2 zeigen ein Walzgerüst 1 mit zwei zylindrischen Arbeitswalzen 2 und 3, welche in Arbeitslagern 4 gelagert und von einer oberen Stützwalze 5 sowie einer unteren Stützwalze 6 gestützt werden, welche mit Walzenzapfen 7 und 8 in Walzenzapfenlagern gelagert sind, welche ihrerseits in seitlichen Einbauteilen 9 des Walzgerüsts 1 vorgesehen sind. Die obere Arbeitswälze 2 sowie die untere Stützwälze 6 werden mittels Kardanwellen, von denen in Figur 2 nur die Kardanwelle 10 für die untere Stützwälze dargestellt ist, mittels Elektromotoren 11 über ein Getriebe 12 angetrieben. Die anderen beiden Wälzen 3 und 5 werden durch Reibung von den angetriebenen Wälzen mitgenommen.

Dem Walzgerüst 1 ist ein Egalisier-Walzgerüst 13 nachgeordnet, dessen Walzspalt auf der selben Höhe liegt wie der Walzspalt des Walzgerüsts 1. Das Egalisierwalzgerüst 13 hat ein Paar Egalisierwälzen 14 und ein Paar Stützwälzen 15, welche wegen der wesentlich kleineren Walzdruckkräfte, die beim Egalisieren auftreten, wesentlich kleiner sein können als die entsprechenden Wälzen im Walzgerüst 1.

Die zum Walzen zuzuführenden Bänder befinden sich auf Haspeln 16, 17 und 18, welche hintereinander in einer gemeinsamen Flucht angeordnet sind. Jede dieser Haspeln 16, 17 und 18 hat einen eigenen Ständer 16a, 17a und 18a, in welchem sich für jede der Haspeln ein Antrieb 19 befindet. Jede Haspel hat einen Träger für ein oder mehrere Coils 16b, 17b und 18b. Die Träger und mit ihnen die Coils 16b, 17b und 18b können mit Hilfe von waagerecht geführten Stangen 20 quer zur Walzrichtung R verschoben werden, um die Lage der von den Haspeln 16, 17 und 18 abgezogenen Bänder 22, 23 und 24 zu justieren.

Die drei Haspeln 16, 17 und 18 erlauben es, dem Walzgerüst 1 eine dreischichtige Bänderanordnung zuzuführen, deren drei Lagen von Bändern 22, 23 und 24 kurz vor dem Walzgerüst 1 in einem zwischen zwei Führungsrollen 21 gebildeten waagerechten Spalt zusammenlaufen, welcher in Höhe des Walzspaltes des Walzgerüsts 1 liegt.

Die erste Haspel 16 enthält ein oder mehrere Coils 16b nebeneinander zur Bildung einer ersten, unteren Lage 22 einer "zweiten Bänderanordnung". Die zweite Haspel 17 dient zur Aufnahme eines oder mehrerer Coils 17b für die Bildung einer zweiten Lage 23 der "zweiten Bänderanordnung". Die dritte Haspel 18 dient 5 zur Aufnahme eines oder mehrerer Coils 18b nebeneinander zur Bildung einer dritten Lage 24 der "zweiten Bänderanordnung". Zur Herstellung einer vierlagigen Bänderanordnung würde man eine weitere Haspel hinzufügen. Für die Bildung einer lediglich zweilagigen Bänderanordnung würde man nur zwei der Haspeln benutzen müssen. Die Anordnung mehrerer Coils auf einer Haspel setzt voraus, dass die Coils im Durchmesser übereinstimmen und die Bänder gleich dick sind.

Zwischen dem Walzgerüst 1 und dem Egalisierwalzgerüst 13 befindet sich eine Aufhaspel 25 für eines oder mehrere Inlaybänder 26, welche aus der unteren Lage der zweiten Bänderanordnung stammen. Hinter dem Egalisierwalzgerüst 13 15 befindet sich eine Aufhaspel 27 für das herzustellende Band 28. Der Aufhaspel 27 nachgeordnet befindet sich noch eine weitere Aufhaspel 29 für eventuelle weitere verlorene Inlaybänder 30, welche aus der oberen Lage 24 der zweiten Bänderanordnung stammen. Die Aufhaspeln 25, 27 und 29 sind in gleicher Weise gelagert und angetrieben wie die Haspeln 16, 17 und 18, so dass das nicht weiter erläutert werden muß.

Figur 3 zeigt im Querschnitt eine rechteckige zweilagige "zweite Bänderanordnung", welche aus fünf verschiedenen Bändern zusammengesetzt ist, die durch einen Walzplattiervorgang miteinander verbunden werden: Ein erstes Band 31 aus einem ersten Werkstoff, welches sich über die gesamte Breite des herzstellenden Bandes erstreckt, und aus vier untereinander gleich dicken, schmaleren Bändern 32, 33, 34 und 35, welche zusammen genommen genauso breit sind, wie das erste Band 31, und von denen das erste, in der Zeichnung links angeordnete Band 32 aus dem ersten Werkstoff besteht, das nächste Band 33 aus einem zweiten Werkstoff, das daran anschließende dritte Band 34 wiederum aus dem 25

ersten Werkstoff und das letzte Band 35 wiederum aus dem zweiten Werkstoff. Bei dem ersten Werkstoff kann es sich zum Beispiel um Kupfer oder eine Kupferlegierung handeln, bei dem zweiten Werkstoff kann es sich zum Beispiel um Silber oder eine Silberlegierung handeln. Damit sich die Bänder 32 und 34 mit dem Band 31 verbinden, sind die Bänder 32 und 34 auf ihrer dem Band 31 zugewandten Seite in einer Schichtdicke von 2 µm bis 4 µm galvanisch mit Silber beschichtet.

Das erste Band 31 kommt von der zweiten Haspel 17, die anderen vier Bänder 32 bis 35 kommen von der ersten Haspel 16, auf welcher sie nebeneinander Coils 16b mit übereinstimmenden Durchmessern bilden. Die fünf Bänder 31 bis 35 werden durch den Spalt zwischen den Führungsrollen 21 hindurch in den Walzspalt des Walzgerüsts 1 eingefädelt, durch ihn hindurchgezogen, dann in den Walzspalt des Egalisierwalzgerüsts 13 eingefädelt, durch dieses hindurchgezogen und dann auf der Aufhaspel 27 festgemacht, welche beim anschließenden Walzvorgang einen definierten Zug auf das Walzgut ausübt.

Im Walzspalt wird die zweite Bänderanordnung, wie in Figur 3 um die Stichabnahme in der Dicke reduziert. Die Darstellung in Figur 3 stellt somit, abgesehen von der sich durch den Walzvorgang ändernden Dicke, sowohl die "zweite Bänderanordnung" dar, welche den Walzspalt des Walzgerüsts 1 zugeführt wird, als auch das sich durch den Walzvorgang ergebend fertige Band. Das gewalzte, sich auf der Haspel 27 befindende Band kann von Zeit zu Zeit als Coil entnommen und zur Diffusionsglühung in einen Wärmebehandlungsofen überführt werden.

In dem in Figur 3 dargestellten Band hat der erste Werkstoff (im Beispiel ist es Kupfer) drei längsverlaufende Grenzflächen 38a, 38b und 38c, welche im Bereich zwischen den Längsrändern 36 und 37 eine Stufe bilden. Bei konventioneller Herstellung hätten diese Stufen spanabhebend, insbesondere durch Fräsen, gebildet werden müssen.

Wandelt man das Beispiel gemäß Figur 3 ab, in dem man als Bänder 33 und 35 keine Silberbänder nimmt, sondern Bänder aus dem ersten Werkstoff, die im Gegensatz zu den Bändern 32 und 34 nicht versilbert sind, dann ergibt sich zwischen den Bändern 33 und 35 auf einer einen Seite und dem ersten Band 31 auf 5 der anderen Seite durch den Walzvorgang keine feste Haftung. Vielmehr können die Bänder 33 und 35 nach dem Verlassen des Walzgerüstes 1 von der "ersten Bänderanordnung", welche aus den Bändern 31, 32 und 34 gebildet ist, getrennt und von der Aufhaspel 25 aufgewickelt werden, wohingegen das aus den Bändern 31, 32 und 34 gebildete, zusammengesetzte Band, welches eine längsverlaufende Nut 39 und eine aussenseitliche Stufe 38c hat, auf die Aufhaspel 27 aufgewickelt werden kann, nachdem es das Egalisierwalzwerk 13 durchlaufen hat.

Ein solches in Figur 4 dargestellte Profilband besteht praktisch nur aus dem ersten Werkstoff. Die als Plattierhilfe eingesetzte dünne Zwischenschicht aus Silber 15 ändert die Eigenschaften des ersten Werkstoffes praktisch nicht; beim anschließenden Diffusionsglühen diffundiert das Silber in den ersten Werkstoff hinein und kann danach im allgemeinen im Schliffbild nicht mehr nachgewiesen werden.

Figur 5 zeigt eine zweilagige Bänderanordnung 40, in welcher die erste Lage mit Abstand nebeneinander zwei Kupferbänder 41 und 42 und dazwischen ein schmales Manganinband 43 aufweist, welche sämtlich gleich dick sind. Die zweite Lage weist zwei Kupferbänder 44 und 45 auf, welche schmäler sind, als die Kupferbänder 41 und 42 und dementsprechend einen größeren Abstand voneinander haben, wobei sich zwischen ihnen ein Band 46 aus Manganin befindet. Die Bänder 44, 45 und 46 sind untereinander gleich dick und die Bänder 41, 42 25 und 43 sind zusammengenommen genauso breit wie die Bänder 44, 45 und 46.

Die Bänder 41, 42 und 43 der ersten Lage kommen von der ersten Haspel 16, die Bänder 44, 45 und 46 der zweiten Lage kommen von der zweiten Haspel 17. In Figur 1 ist für dieses Beispiel oberhalb der Haspel 16 als Detail symbolisch

dargestellt, wie die Bänder 41, 42 und 43 der ersten Lage nebeneinander von der Haspel 16 laufen. Entsprechend ist oberhalb der Haspel 17 als Detail dargestellt, wie die Bänder 44, 45 und 46 nebeneinander von der Haspel 17 laufen. Die Bänder 44 und 45 sind auf ihrer Unterseite dünn versilbert. Deswegen verbindet sich
5 beim Walzvorgang das Band 44 mit dem Band 41, das Band 45 mit dem Band 42, das Manganinband 46 mit den Kupferbändern 41 und 42, nicht aber mit dem Manganinband 43; bei letzterem handelt es sich vielmehr um ein verlorenes Inlay. Es wird nach dem Plattierwalzvorgang wieder entfernt und von der Aufhaspel 25 aufgewickelt, während das restliche zusammengesetzte Band von der Aufhaspel 27 aufgewickelt wird. Von diesem zusammengesetzten Band lassen sich durch Trenn- und Stanzvorgänge die in Figur 6 in Schrägansicht von der einen Seite und in Figur 7 in Schrägansicht von der gegenüberliegenden Seite dargestellten Messwiderstände herstellen, die aus zwei Anschlußfahnen 47 aus Kupfer bestehen, die durch eine Brücke 48 aus Manganin verbunden sind und Kontakt-
15 beine 49 haben, welche in dazu passende Steckkontakte gesteckt werden können. Da das Halbzeug für diese Messwiderstände ausschließlich durch Walzvorgänge aus im Querschnitt rechteckigen Bändern hergestellt wird, ohne dass irgendwelche Fräsurarbeiten und Schweißvorgänge erforderlich wären, hat das Halbzeug eine so hohe Maßgenauigkeit und Oberflächengüte, dass die Messwiderstände mit einer wesentlich geringeren Streuung der Widerstandswerte erhalten werden als bei einer Herstellung gemäß dem Stand der Technik.
20

Figur 8 zeigt eine aus drei Lagen gebildete "zweite Bänderanordnung" 50, welche in der ersten Lage aus nur einem Band 51 aus einem ersten Werkstoff besteht, in der zweiten Lage drei gleich dicke Bänder 52, 53 und 54 hat, von denen die Bänder 52 und 54 mit Abstand nebeneinander liegen und aus dem ersten Werkstoff bestehen, während dazwischen das Band 53 als verlorenes Inlay liegt. Die dritte Lage besteht wiederum aus nur einem Band 55, welches mit dem Band 51 der ersten Lage übereinstimmt. Bei dem ersten Werkstoff könnte es sich zum Beispiel einen Stahl handeln. Damit sich die Bänder 51 und 55 mit den Bändern 52 und 30 53 verbinden, können die Bänder 52 und 54 in diesem Fall zum Beispiel

beidseitig dünn verkupfert sein. Das verlorene Inlay 53 könnte ein unverkupfertes Stahlband sein oder ein Band aus einem niedrig schmelzenden Metall wie Zinn. Nach dem Walzplattieren kann das Inlay 53 abschnittsweise herausgezogen werden, wenn das walzplattierte Band in Abschnitte passender Länge zerschnitten wird. Im Falle eines niedrigschmelzenden Inlays 53 kann dieses durch Wärmebehandlung verflüssigt und ausgetrieben oder abgesaugt werden. Auf diese Weise erhält man ein walzplattiertes Hohlprofilband, welches in Figur 9 dargestellt ist.

Das in den Figuren 10 und 11 dargestellte Band unterscheidet sich von dem in den Figuren 8 und 9 dargestellten Band darin, dass in der zweiten Lage anstelle des Bandes 54 zwei schmalere Bänder 56 und 57 vorgesehen sind, welche zusammen mit den Bändern 52 und 53 von der Haspel 17 kommen können. Das Band 56 besteht aus dem ersten Werkstoff und ist zum Beispiel beidseitig verkupfert. Das Band 57 besteht aus einem anderen Werkstoff und bildet ein verlorenes Inlay; es besteht zum Beispiel aus einem Stahl, der sich nicht mit dem ersten Werkstoff verbindet. Während das Band 53 für das verlorene Inlay wie zuvor beschrieben entfernt werden kann, kann das Band 57, welches seitliche verlorene Inlay bildet, zur Seite herausgezogen und aufgehäspelt werden. Das Ergebnis ist ein Hohlprofilband, welches aus nur einem Werkstoff besteht und die in Figur 11 dargestellte Querschnittsgestalt hat, welche zusätzlich zu dem Hohlraum 58, in welchem sich das verlorene Inlay 53 befand, noch einen zur Seite hin offenen Schlitz 59 hat, welchen das verlorene Inlay 57 zurückgelassen hat.

Die Figuren 12 und 13 zeigen ein Ausführungsbeispiel, welches von einer zweilagigen Bänderanordnung wie in Figur 5 ausgeht und diese ergänzt um eine dritte Lage, in welcher nebeneinander fünf Bänder 61, 62, 63, 64 und 65 liegen, welche sämtlich die gleiche Dicke haben und von denen, das Band 61 aus dem ersten Werkstoff besteht, aus welchem auch die Bänder 41, 42, 44 und 45 besteht. Das Band 62 besteht zum Beispiel aus einem Edelmetall, das Band 63 bildet ein verlorenes Inlay beispielsweise aus einem Stahl. Das Band 64 besteht wie das Band 61 aus dem ersten Werkstoff und das Band 65 bildet wiederum ein verlorenes

Inlay, aus einem Werkstoff, welcher sich mit dem ersten Werkstoff nicht verbindet. Die fünf Bänder der dritten Lage können von der Haspel 18 kommen, wenn sie darauf Coils von untereinander gleichem Durchmesser bilden. Über der Haspel 18 ist als Detail symbolisch gezeichnet, wie die fünf Bänder 61 bis 65 der dritten Lage nebeneinander von der Haspel 18 laufen. Die Bänder der ersten und zweiten Lage laufen von den Haspeln 16 und 17, wie schon anhand der Figur 5 beschrieben wurde. Die Bänder 61 und 65 sind auf ihrer Unterseite zum Beispiel dünn mit Silber beschichtet, damit sie sich mit den Bändern 44 und 45 verbinden können, wenn die "zweite Bänderanordnung" gemäß Figur 12 durch das Walzgerüst 1 hindurchgeführt wird. Hinter dem Walzgerüst 1 wird zunächst das verlorene Inlay 43 von der Bänderanordnung 60 getrennt und von der Aufhaspel 25 aufgewickelt. Das verbleibende Band durchläuft das Egalisierwalzgerüst 13. Danach werden die verlorenen Inlays 63 und 65 von dem restlichen Band getrennt und von der Aufhaspel 29 aufgewickelt, wohingegen das restliche Band, welches hergestellt werden sollte und in Figur 13 im Querschnitt dargestellt ist, von der Haspel 27 aufgewickelt wird. Dieses restliche Band hat zwei unterschiedliche Stufenprofilbänder 66 und 67 aus dem ersten Werkstoff, von denen das Band 66 mit dem Edelmetallband 62 plattiert und beide Bänder 66 und 67 durch eine Brücke aus dem Band 46 verbunden sind, welches nicht aus dem ersten Werkstoff besteht und auch verschieden von dem Werkstoff des Bandes 62 sein kann. Es ist erstaunlich, dass es möglich war, dieses komplizierte Band ausschließlich durch Walzprozesse aus einzelnen im Querschnitt rechteckigen Bändern herzustellen.

Die Figur 14 illustriert, mit was für einer "zweiten Bänderanordnung" ein Stufenprofilband 70 mit der in Figur 15 dargestellten komplizierten Gestalt hergestellt werden kann. Die Bänderanordnung in Figur 14 hat in ihrer ersten Lage vier Bänder mit rechteckigem Querschnitt, welche gleich dick sind, nämlich von links nach rechts ein Band 71 aus einem ersten Werkstoff, ein Band 72, welches ein verlorenes Inlay bildet, ein Band 73 aus dem ersten Werkstoff und ein Band 74, welches ein weiteres verlorenes Inlay bildet. Diese vier Bänder kommen von der ersten Haspel 16. Die zweite Lage besteht aus einem Band 75 aus dem ersten

Werkstoff. Dieses Band ist etwas schmäler als die vier Bänder der ersten Lage zusammengenommen. Als dritte Lage liegen auf dem Band 75 drei gleich dicke Bänder 76, 77 und 78, welche zusammengenommen so breit sind, wie das Band 75 und von denen das Band 76 und das Band 78 aus dem ersten Werkstoff be-

5 stehen, während das Band 77 ein verlorenes Inlay bildet. Das Band 77 hat einen trapezförmigen Querschnitt und kann zum Beispiel durch Strangpressen hergestellt sein. Die Bänder 76 und 78 haben dem Band 77 zugewandte, passende Schrägfächen und können durch einen entsprechend schräg verlaufenden Trennschnitt aus einem im Querschnitt rechteckigen Band gebildet werden.

Schließlich ist noch ein Band 79 zur Bildung eines weiteren verlorenen Inlays vorgesehen, welches so dick ist wie die zweite Lage und die dritte Lage zusammengenommen und diese zu einem Rechteckquerschnitt ergänzt. Das Band 75 der zweiten Lage kommt von der Haspel 17, die Bänder der dritten Lage kommen von der Haspel 18. Für das Zuführen des Bandes 79 wird in diesem Fall eine 15 vierte Haspel benötigt.

Hat die in Figur 14 dargestellte "zweite Bänderanordnung" das Walzgerüst 1 durchlaufen, dann werden die Inlays 72 und 74 vom restlichen Band getrennt und von der Aufhaspel 25 aufgewickelt. Das restliche Band durchläuft zunächst das Egalisierwalzgerüst 13. Dahinter werden die Inlays 77 und 79 abgezogen und das Inlay-Band 77 von der Aufhaspel 29 aufgewickelt. Das Inlay-Band 79 wird von einer weiteren, in Figur 1 nicht dargestellten Aufhaspel aufgewickelt. Das verbleibende Stufenprofilband 70 mit dem in Figur 15 dargestellten Querschnitt wird von der Haspel 27 aufgewickelt, von welcher von Zeit zu Zeit ein Coil entnommen und zur Diffusionsglühung in einen Wärmebehandlungsofen überführt 25 werden kann.

Im Gegensatz zu den vorhergehenden Beispielen hat das in Figur 15 dargestellte Stufenprofilband 70 nicht nur senkrechte Stufen, sondern auch zwei schräge Stufen.

- Im allgemeinen genügen die von den Aufhaspeln ausgeübten Bandzugkräfte, die die jeweiligen Bänder straffen und ziehen, um die verlorenen Inlays abzutrennen und aufzuwickeln. Sollte die Abtrennung der verlorenen Inlays bei der einen oder anderen Materialpaarung nicht ganz so einfach sein, kann sie durch keilförmige
- 5 Trennkörper unterstützt werden, welche in den Zwickel zwischen den verlorenen Inlays 26 und 30 und dem verbleibenden Band 28 an den in Figur 1 mit A und B bezeichneten Stellen eingefügt werden.

Ansprüche:

1. Verfahren zum Herstellen eines Bandes, welches eine durch seine zwei Längsränder bestimmte Breite hat, aus mindestens einem ersten metallischen oder überwiegend metallischen Werkstoff zusammengesetzt ist und der Bereich des Bandes, über den sich der erste Werkstoff erstreckt, eine Grenzfläche (38a, 38b, 38c) aufweist, welche im Querschnitt des Bandes stufenförmig zwischen den beiden Längsrändern (36, 37) des Bandes verläuft,
dadurch gekennzeichnet, dass
 - (a) unterschiedlich breite Bänder (31, 32, 34) welche den ersten Werkstoff enthalten und welche selbst keine stufenförmige Grenzfläche zwischen ihren beiden Längsrändern haben, zu einer ersten Bänderanordnung mit einer stufenförmigen Grenzfläche zusammengeführt werden,
 - (b) dass die erste Bänderanordnung durch eines oder mehrere weitere Bänder (33; 35) zu einer im Querschnitt rechteckigen zweiten Bänderanordnung ergänzt wird und
 - (c) durch Walzen der zweiten Bänderanordnung wenigstens die Bänder (31, 32, 34) der ersten Bänderanordnung miteinander verbunden werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schritte (a) und (b) gleichzeitig durchgeführt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** für das Walzen zwei zylindrische Arbeitswalzen (2, 3) verwendet werden, welche einen Walzspalt begrenzen, und dass die einzelnen Bänder (31 bis 35), aus denen die zweite Bänderanordnung gebildet wird, erst im Walzspalt oder kurz vor dem Walzspalt zusammengeführt werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass das Walzen als Kaltwalzplattieren durchgeführt wird.**
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass das Walzen als Warmwalzplattieren durchgeführt wird.**
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, dass das Band nach dem Walzplattieren durch einen weiteren Walzvorgang egalisiert wird.**
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass das Band erst nach dem Egalisieren aufgewickelt wird.**
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass das Band zwischen zwei den Arbeitswalzen (2, 3) nachgeordneten Egalisierwalzen (14) egalisiert wird.**
- 15 9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Bändern (31, 32, 34) der ersten Bänderanordnung, soweit sie sich nicht unmittelbar durch Walzen miteinander verbinden lassen, eine die Bindung vermittelnde Zwischenschicht angeordnet wird.**
10. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung der Zwischenschicht ein gesondertes Band in die erste Bänderanordnung eingeführt wird.**

11. Verfahren nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht auf eines oder mehrere der Bänder (32, 34), welche die erste Bänderanordnung bilden, plattiert wird; bevor diese zur ersten Bänderanordnung zusammengeführt werden.**

5 12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht auf eines oder mehrere der Bänder (32, 34), welche die erste Bänderanordnung bilden, abgeschieden wird, insbesondere galvanisch.**

10 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht dünner, vorzugsweise sehr viel dünner, gewählt wird als die Bänder (31, 32, 34), welche sie verbinden soll.**

14. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass das die Zwischenschicht höchstens 10 µm dick abgeschieden wird.**

15. Verfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass die Zwischenschicht höchstens 5 µm dick abgeschieden wird.**

15 16. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass der Werkstoff eines, mehrerer oder aller weiteren Bänder (26, 30, 33, 35), welche die erste Bänderanordnung zu der zweiten Bänderanordnung ergänzen, so gewählt ist, dass er sich nicht oder nur wesentlich schwächer als es die Bänder (31, 32, 34) der ersten Bänderanordnung tun, durch das Walzen mit den Bändern der ersten Bänderanordnung verbindet und dass diese weiteren Bänder (26, 30, 33, 35), deren Werkstoff in der genannten Weise gewählt ist, nach dem Walzen der zweiten Bänderanordnung aus dieser wieder entfernt werden.**

17. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass hinter dem Walzspalt die zu entfernenden weiteren Bänder (26, 30, 33, 35) in eine andere Richtung gezogen werden als das durch das Walzplattieren fester zusammenhängende und die erste Bänderanordnung enthaltende zusammengesetzte Band, welches herzustellen war, und dass die zu entfernenden weiteren Bänder (26, 30, 33, 35) auf diese Weise aus der gewalzten zweiten Bänderanordnung entfernt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass an der Stelle (A, B), an welcher sich die zu entfernenden weiteren Bänder (26, 30) von dem zusammengesetzten, fester zusammenhängenden Band (28) trennen, zwischen diesem zusammengesetzten Band (28) und dem einen oder den mehreren zu entfernenden weiteren Bändern (26, 30) Führungsflächen vorgesehen sind, welche eine Führung der Bänder in die jeweilige Zugrichtung unterstützen.

15. 19. Verfahren nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Führungsflächen einen oder mehrere Keile bilden (Detail B in Figur 1).

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8 in Verbindung mit einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Egalisieren durchgeführt wird, nachdem wenigstens eines der weiteren Bänder (26) von der gewalzten zweiten Bänderanordnung entfernt worden ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8 in Verbindung mit einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Egalisieren durchgeführt wird, nachdem alle weiteren Bänder von der gewalzten zweiten Bänderanordnung entfernt worden sind.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Werkstoff des oder der weiteren Bänder (33, 35) verschieden von dem ersten Werkstoff gewählt ist und alle Bänder (31 bis 35) der zweiten Bänderanordnung durch das Walzen miteinander verbunden werden.
- 5 23. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Bänder verwendet werden, die, abgesehen von einer gegebenenfalls aufplattierten, verglichen mit der Dicke des betreffenden Bandes dünnen und beim Walzen die Bindung herstellenden Schicht, vollständig aus nur einem Werkstoff bestehen, insbesondere aus einem homogenen Werkstoff.
- 10 24. Verfahren, in welchem eines oder mehrere der nach einem der Ansprüche 1 bis 22 hergestellten Bänder erneut in einem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 22 zur Herstellung eines komplexeren Bandes eingesetzt werden.

Bezugszahlenliste

1. Walzgerüst
2. Arbeitswalze
3. Arbeitswalze
5. 4. Arbeitslager
5. obere Stützwalze
6. untere Stützwalze
7. Walzenzapfen
8. Walzenzapfen
9. seitliche Einbauteile von 1
10. Kardanwelle
11. Elektromotoren
12. Getriebe
13. Egalisierwalzgerüst
- 15 14. Egalisierwalzen
15. Stützwalzen
16. Haspel
17. Haspel
18. Haspel
- 16a. Ständer
- 17a. Ständer
- 18a. Ständer
- 16b. Coil
- 17b. Coil
- 25 18b. Coil
19. Antrieb
20. Stangen
21. Führungsrollen
22. Lage von Bändern
- 30 23. Lage von Bändern

- 24. Lage von Bändern
- 25. Aufhaspel
- 26. Inlayband
- 27. Aufhaspel
- 5 28. herzustellendes Band
- 29. Aufhaspel
- 30. Inlayband
- 31. erstes Band
- 32. schmaleres Band
- 33. schmaleres Band
- 34. schmaleres Band
- 35. schmaleres Band
- 36. Längsrand
- 37. Längsrand
- 15 38a. Grenzflächen
- 38b. Grenzflächen
- 38c. Grenzflächen
- 39. Nut
- 40. zweilagige "zweite Bänderanordnung"
- 20 41. Kupferband
- 42. Kupferband
- 43. Manganinband
- 44. Kupferband
- 45. Kupferband
- 25 46. Manganinband
- 47. Anschlußfahnen
- 48. Brücke
- 49. Kontaktbeine
- 50. dreilagige "zweite Bänderanordnung"
- 30 51. Band aus einem ersten Werkstoff
- 52. Band aus einem ersten Werkstoff

53. Band aus einem anderen Werkstoff
54. Band aus einem ersten Werkstoff
55. Band aus einem ersten Werkstoff
56. schmales Band
57. schmales Band
58. Hohlraum
59. Schlitz
60. "zweite Bänderanordnung"
61. Band aus dem ersten Werkstoff
62. Band aus einem Edelmetall
63. Band für ein verlorenes Inlay
64. Band aus dem ersten Werkstoff
65. Band für ein verlorenes Inlay
66. Stufenprofilband
15 67. Stufenprofilband
68.
69.
70. Stufenprofilband
71. Band aus dem ersten Werkstoff
20 72. Band für ein verlorenes Inlay
73. Band aus dem ersten Werkstoff
74. Band für ein verlorenes Inlay
75. Band aus dem ersten Werkstoff
76. Band aus dem ersten Werkstoff
25 77. Band für ein verlorenes Inlay
78. Band aus dem ersten Werkstoff
79. Band für ein verlorenes Inlay
- A: Stelle für keilförmigen Trennkörper
B: Stelle für keilförmigen Trénnkörper

Zusammenfassung

Beschrieben wird ein Verfahren zum Herstellen eines Bandes, welches eine durch seine zwei Längsränder bestimmte Breite hat, aus mindestens einem ersten metallischen oder überwiegend metallischen Werkstoff zusammengesetzt ist

- 5 und der Bereich des Bandes, über den sich der erste Werkstoff erstreckt, eine Grenzfläche (38a, 38b, 38c) aufweist, welche im Querschnitt des Bandes stufenförmig zwischen den beiden Längsrändern (36, 37) des Bandes verläuft.

Erfnungsgemäß ist vorgesehen, dass

- (a) unterschiedlich breite Bänder (31, 32, 34) welche den ersten Werkstoff enthalten und welche selbst keine stufenförmige Grenzfläche zwischen ihren beiden Längsrändern haben, zu einer ersten Bänderanordnung mit einer stufenförmigen Grenzfläche zusammengeführt werden,
- 10 (b) dass die erste Bänderanordnung durch eines oder mehrere weitere Bänder (33, 35) zu einer im Querschnitt rechteckigen zweiten Bänderanordnung ergänzt wird und
- 15 (c) durch Walzen der zweiten Bänderanordnung wenigstens die Bänder (31, 32, 34) der ersten Bänderanordnung miteinander verbunden werden.

BEST AVAILABLE COPY

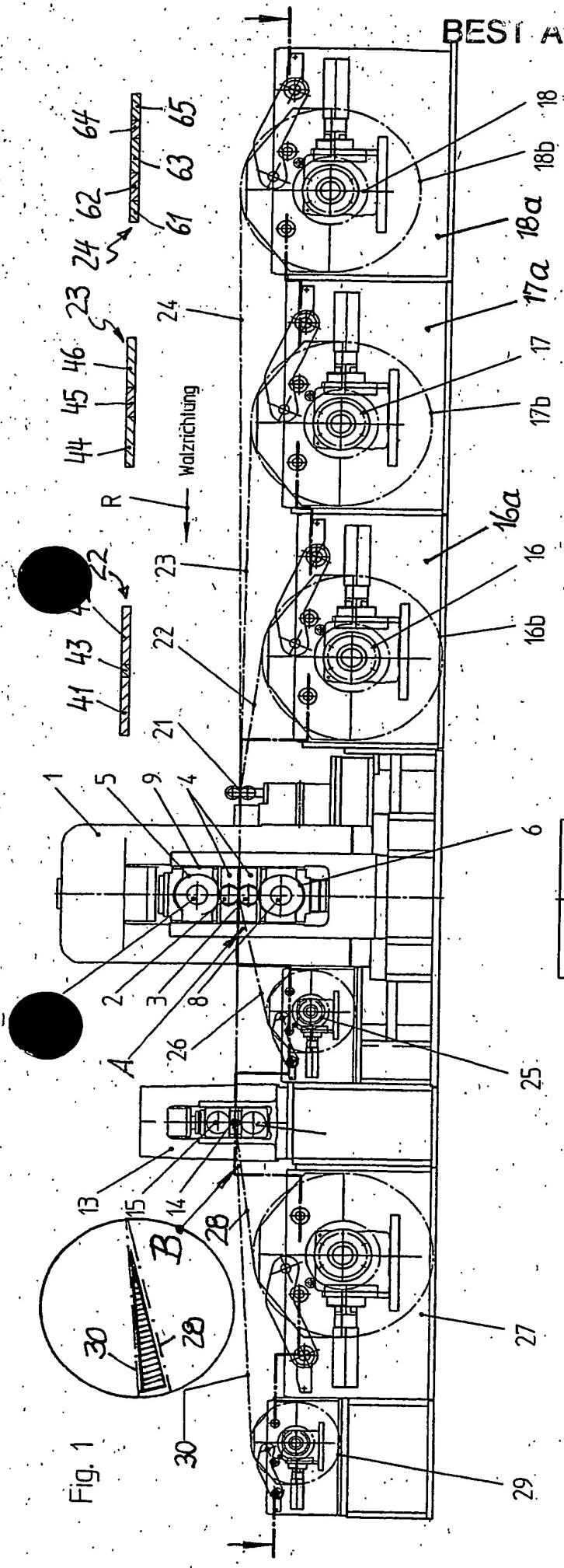


Fig.

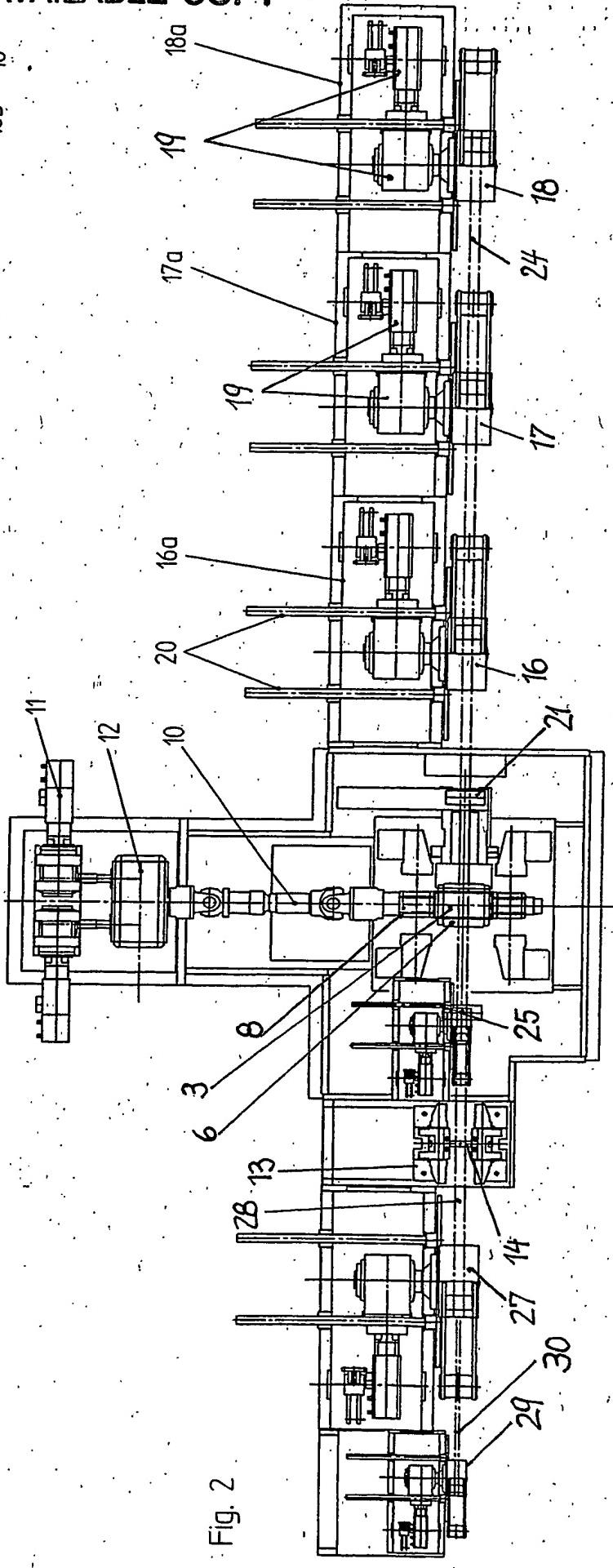


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

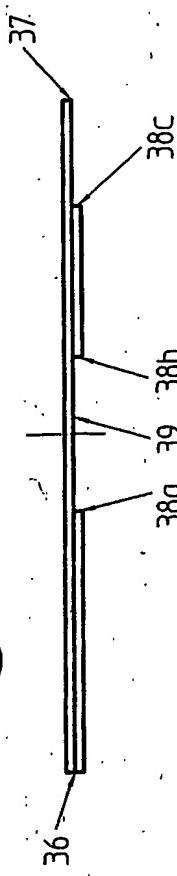


Fig. 4

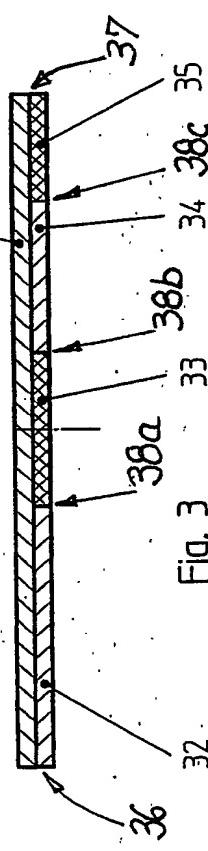


Fig. 3

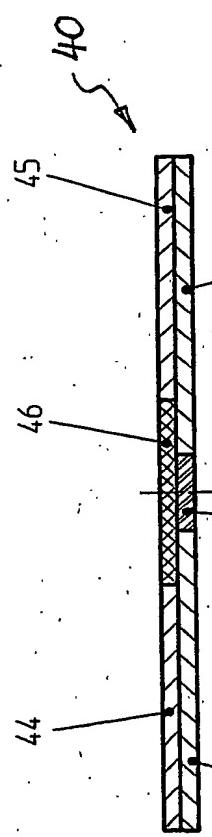


Fig. 5
42

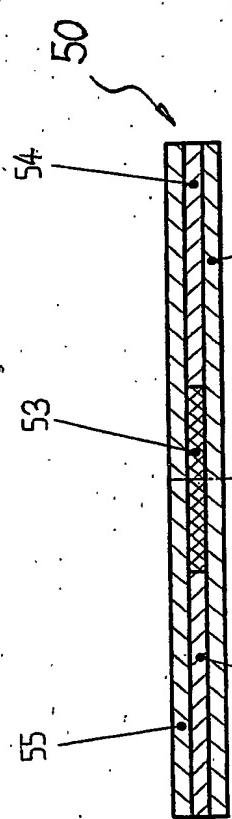


Fig. 8

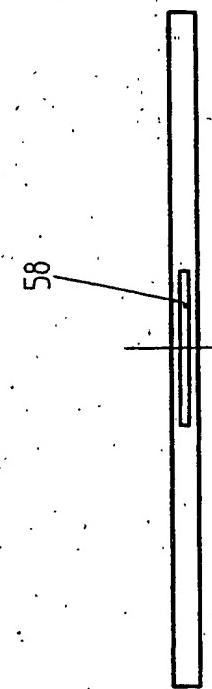


Fig. 9

BEST AVAILABLE COPY

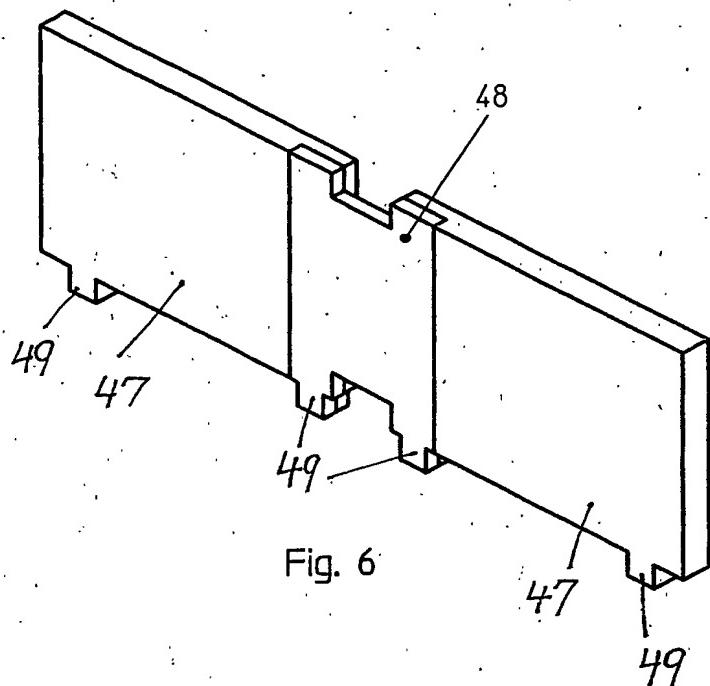


Fig. 6

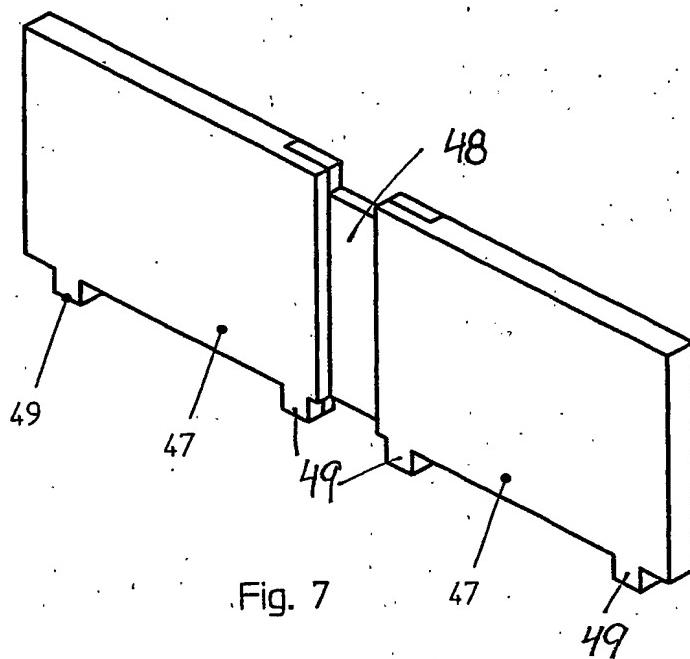


Fig. 7

BEST AVAILABLE COPY

03/12/2002

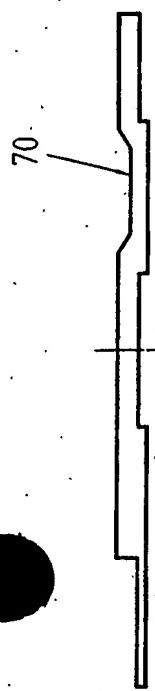


Fig. 15

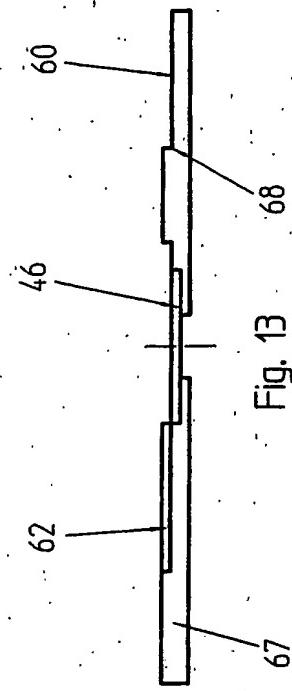


Fig. 13

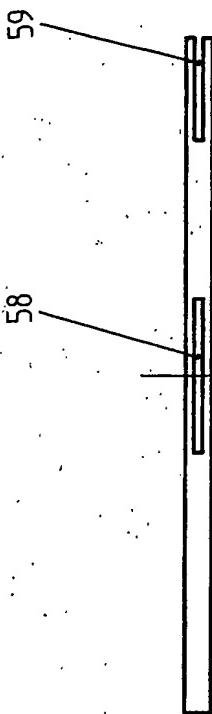


Fig. 11

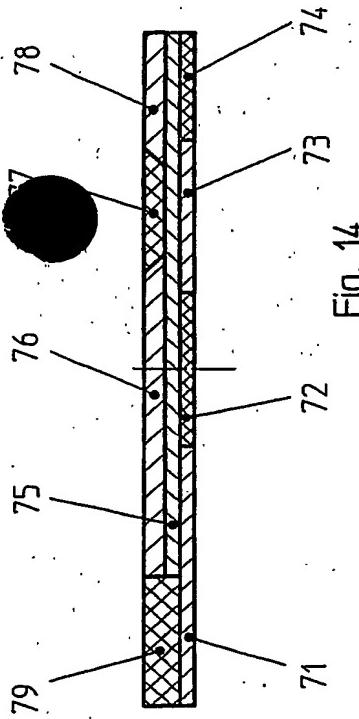


Fig. 14

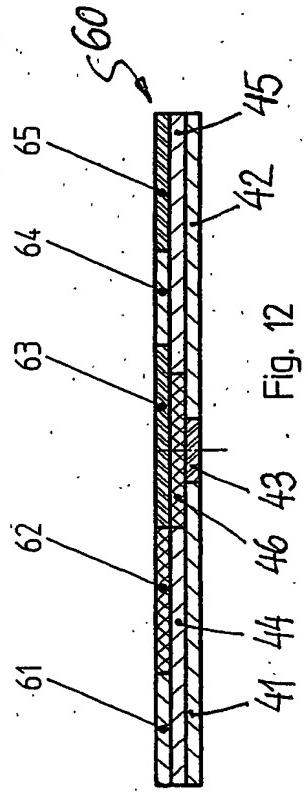


Fig. 12

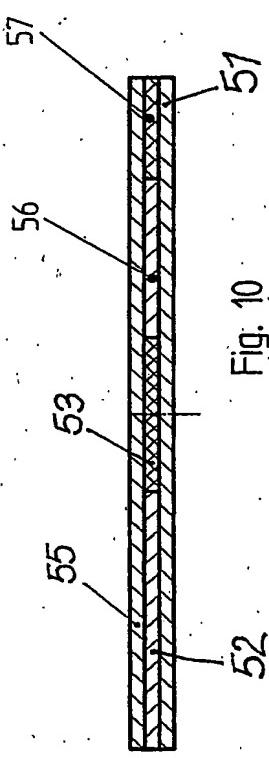


Fig. 10

BEST AVAILABLE COPY

